

Where Innovation Never Stops



Ratgeber für Wendeschneidplatten- Fräswerkzeuge



Übersicht radial geklemmte 90° Eckfräs-Systeme

Der **Allrounder** mit der größten Auswahl

HELI 3 MILL
HM390 LINE



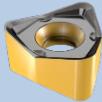
Weichschneidigkeit



3 Schneiden

Der **wirtschaftliche** Radiale

HELI DO
690 LINE



Weichschneidigkeit



6 Schneiden

Der **Spezialist** für lange Auskragungen

HELI DO
690 LINE

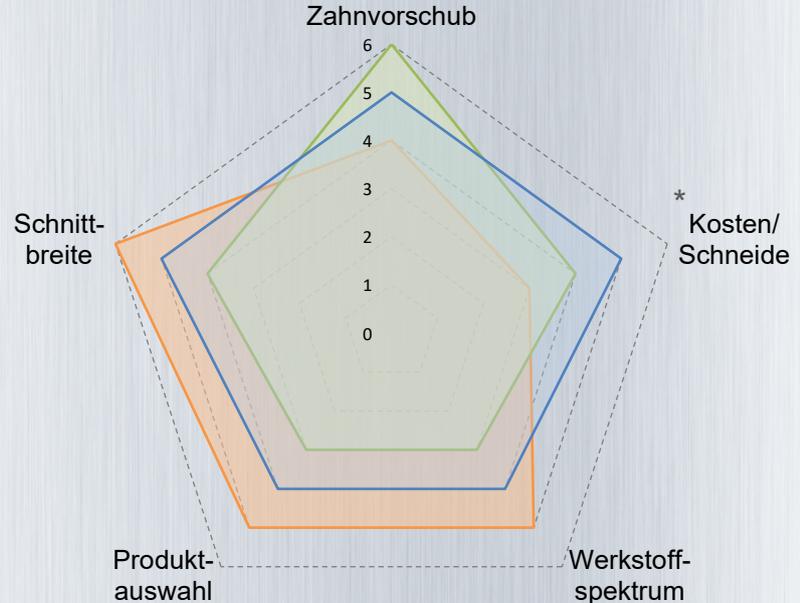


Weichschneidigkeit



6 Schneiden

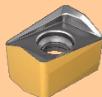
Systemcharakter



*
6 = niedrige Kosten
1 = hohe Kosten

Das Arbeitstier

HELIDO
490 LINE



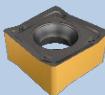
4 Schneiden

Weichschneidigkeit



Die schlagkräftige Alternative

HELIDO
890 LINE



8 Schneiden
88° Anstellwinkel

Weichschneidigkeit



Der lautlose Spezialist

Spezialist gegen Vibrationen durch einzigartige Kordelverzahnung

MILLSHRED
P290 LINE

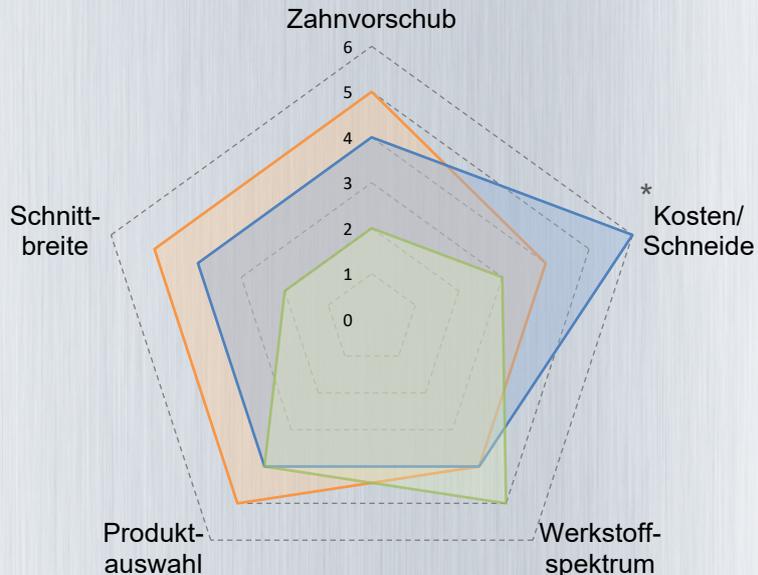


2 Schneiden

Weichschneidigkeit



Systemcharakter



*
6 = niedrige Kosten
1 = hohe Kosten

Der **Produktivitätstreiber**

HELITANG
T490 LINE



4 Schneiden

Weichschneidigkeit



Der **wirtschaftliche** Tangentiale

LOGIQ8TANG
T890 MILLING LINE

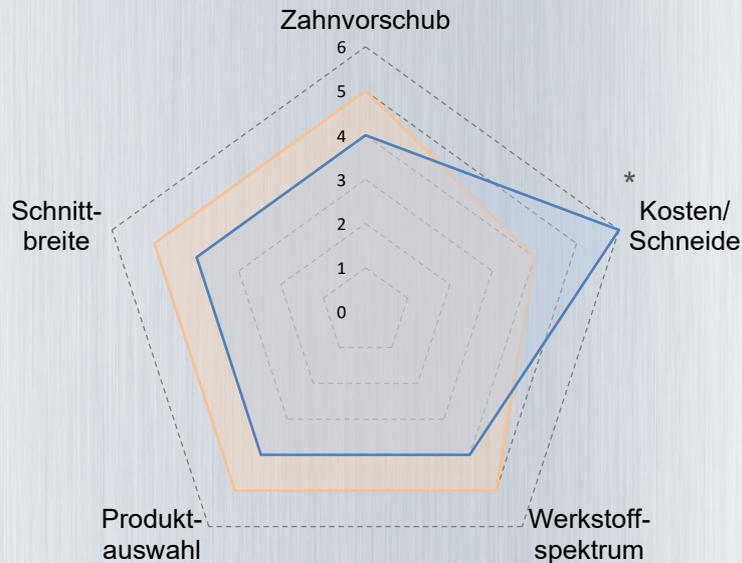


8 Schneiden

Weichschneidigkeit



Systemcharakter

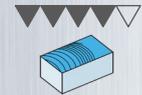
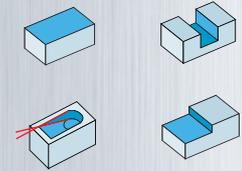


*
6 = niedrige Kosten
1 = hohe Kosten

- ✓ positive, einseitige Wendeplatten mit 3 Schneiden
- ✓ sehr leichtes Schnittverhalten, erste Wahl für ISO-M / S
- ✓ effektive und präzise Bearbeitung von 90°-Schultern
- ✓ für Schrump- und Schlichtbearbeitungen
- ✓ flexibler Einsatz im Bereich ISO P / M / K / N / S



E-Katalog



Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

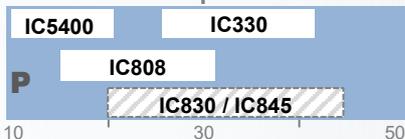
- Schaftfräser: Ø 8 – 50 mm **HM390 ET_**
- Aufsteckfräser: Ø 32 – 200 mm **HM390 FT_**
- Schnittstellen: Schaft / Dorn / Camfix / MM / Flexfit
- Teilung: weite und enge Teilung / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 04 / 05 / 07 / 10 / 15 / 19
- WSP Eckenradien [mm]: 0.2 / 0.4 / 0.8 / 1.0 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.4 / 3.2 / 4.0
- WSP Ausführungen: geschliffen = **HM390 T_C_** // gesintert = **HM390 T_K_**

**Startempfehlung
 Spanformer &
 Schneidstoffe**

Für ISO-S / M / N empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

stabil → hoch positiv

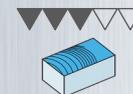
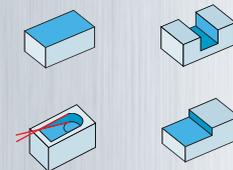
Kordelprofil



- ✓ doppelseitige WSP
- ✓ 6 rechte Schneidkanten
- ✓ weicher Schnitt
- ✓ wirtschaftliches Planeckfräsen von 90°-Schultern
- ✓ Semi Schlichten / Schruppanwendungen



E-Katalog



Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Schaftfräser: Ø 18 – 40 mm *H690 EWN_*
- Aufsteckfräser: Ø 40 – 125 mm *H690 FWN_*
- Schnittstellen: Schaft / Dorn
- Teilung: weite, normal / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 04 / 07
- WSP Eckenradien [mm]: 0.8 / 1.2 / 1.6 / 2.0
- WSP Ausführungen: geschliffen = *H690 WNHU_* gesintert: *H690 WNMU_*

**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

Für ISO-S / M empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

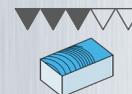
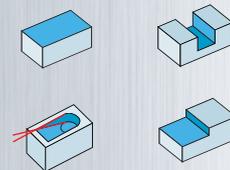
stabil → hoch positiv



- ✓ 6 doppelseitige, rechte Schneidkanten
- ✓ geringe Axialkräfte auf das Bauteil
- ✓ für lange Auskräglängen
- ✓ vibrationsmindernd
- ✓ wirtschaftliches Eckfräsen



E-Katalog



Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Schafffräser: Ø 32 – 40 mm *H690 ELN...R10 / R16*
- Aufsteckfräser: Ø 40 – 160 mm *H690 FLN...R10 / R16*
- Schnittstellen: Schaft / Dorn
- Teilung: weite, normal / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 10 / 16
- WSP Eckenradien [mm]: 0.4 / 0.8 / 1.0
- WSP Ausführungen: geschliffen = *H690 TNCX_* gesintert: *H690 TNKX_*

**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

Für ISO-S / M empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

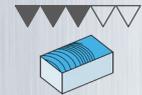
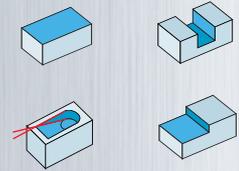
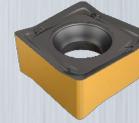
stabil → hoch positiv Spanteiler



- ✓ 8 rechte oder 8 linke Schneidkanten
- ✓ geringster Preis pro Schneidkante
- ✓ Alternative zum Planfräsen
- ✓ ideal für Sonderlösungen



E-Katalog



Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Aufsteckfräser: Ø 40 – 160 mm [S890 FSN_](#)
- Scheibenfräser: Ø 125 mm [S890 SSB_](#)
- Schnittstelle: Dorn Type A oder B
- Teilung: weite, normal / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 08 / 13
- WSP Eckenradien [mm]: 0.8
- WSP Ausführungen: geschliffen = [S890 SNHU_](#) gesintert: [S890 SNMU_](#)

Schlicht-WSP



**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

Für ISO-S / M empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

stabil

hoch positiv

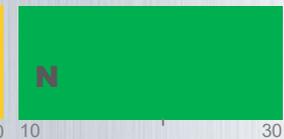
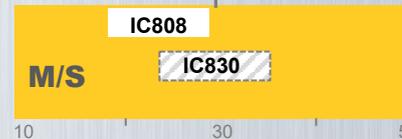
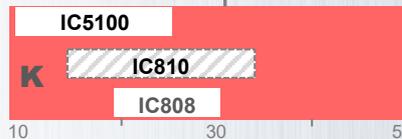
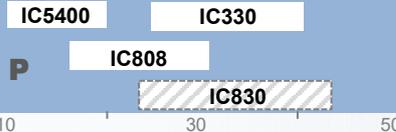
PNR-MM

PNTN

PNTR

- R - W

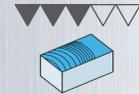
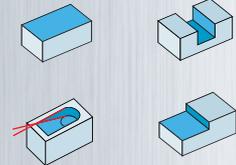
Schlicht-WSP



- ✓ höchste Produktivität mit doppelseitigen WSP
- ✓ Alternative zu tangentialen Frässystemen
- ✓ Schruppgeometrien
- ✓ Einsatz bei hohen Schnittbreiten



E-Katalog



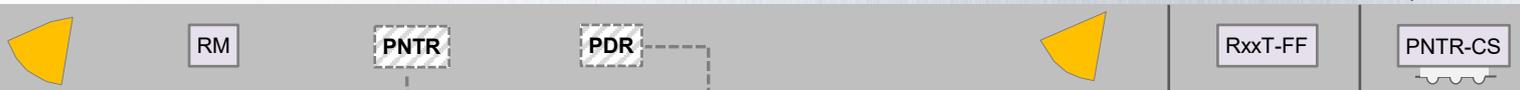
Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Schafffräser: Ø 16 – 32 mm *H490 E90AX_*
- Aufsteckfräser: Ø 32 – 250 mm *H490 F90AX_*
- Walzenstirnfräser: Ø 50 – 80 mm *H490 SM_*
- Schnittstellen: Schaft / Dorn
- Teilung: weite, normale / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 09 / 12 / 17
- WSP Eckenradien [mm]: 0.4 / 0.8 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.4
- WSP Ausführungen: geschliffen = *H490 ANCX_* / gesintert = *H490 ANKX_*

**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

Für ISO-S / M empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

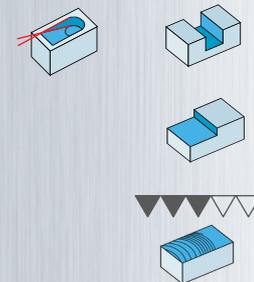
stabil —————> hoch positiv Hochvorschub Spanteiler



- ✓ einseitig positive WSP
- ✓ beste Lösung, um Vibrationen zu reduzieren
- ✓ niedrige Schnittkräfte, geringere Abtragkräfte
- ✓ für hohe Auskraglängen
- ✓ exzellente Werkzeugstabilität



E-Katalog



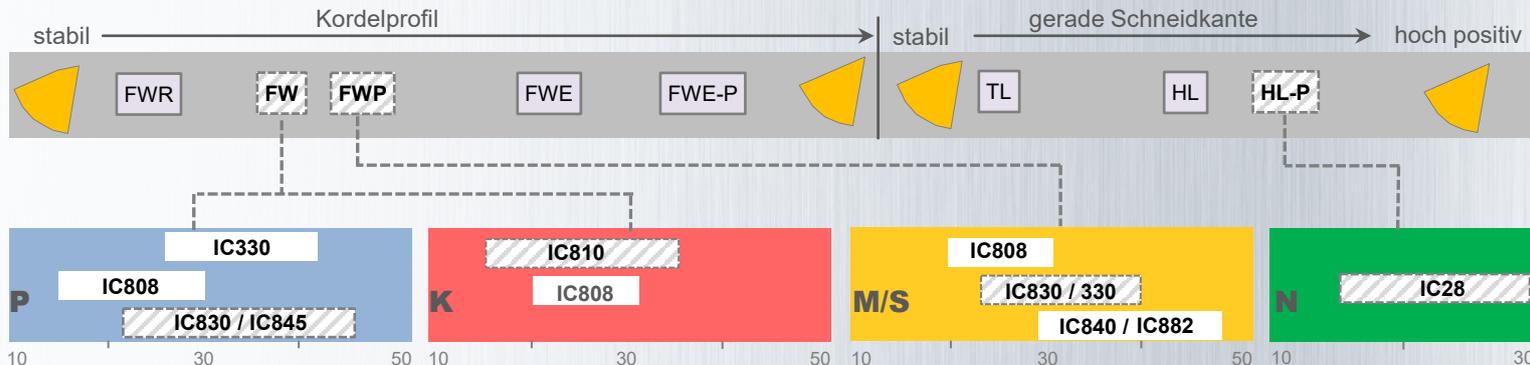
Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Schafffräser: Ø 20 – 40 mm *P290 EPW_*
- Aufsteckfräser: Ø 32 – 100 mm *P290 FPW_*
- Walzenstirnfräser: Ø 32 – 100 mm *P290 SM / ACK_*
- Schnittstellen: Schaft / Dorn / Flexfit
- Teilung: weite, normale / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 12 / 18
- WSP Eckenradien [mm]: spezielle Ausführung, siehe Katalog
- WSP Ausführungen: geschliffen = *P290 ACCT_* // gesintert = *P290 ACKT_*



**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

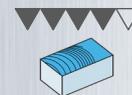
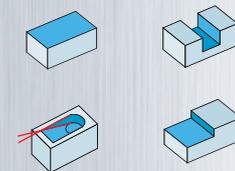
Für ISO-S / M / N empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen



- ✓ höchste Produktivität durch hohe Zahnvorschübe
- ✓ stabiles Frässystem
- ✓ 1. Wahl für die Serienfertigung oder Massenfertigung
- ✓ große Geometrievielfalt
- ✓ flexibler Einsatz im Bereich ISO P / M / K / N / S



E-Katalog



Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Schaftfräser: Ø 16 – 50 mm [T490 ELN_](#)
- Aufsteckfräser: Ø 32 – 200 mm [T490 FLN_](#)
- Walzenstirnfräser: Ø 32 – 80 mm [T490 LNK / SM_](#)
- Fasfräser: Ø 50 – 125 mm [T422 / T445_](#)
- Schnittstellen: Schaft / Dorn / MM / Flexfit
- Teilung: weite, normale und enge Teilung / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 08 / 11 / 13 / 16 / 22
- WSP Eckenradien [mm]: 0.4 / 0.8 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.4 / 3.1 / 4.0 / 5.0 / 6.4
- WSP Ausführungen: geschliffen = [T490 LNHT_](#) // gesintert = [T490 LNMT_](#)

**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

Für ISO-S / M / N empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

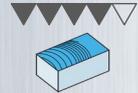
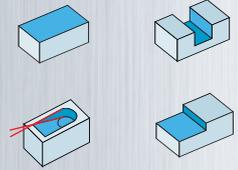
stabil → hoch positiv Kordelprofil Spanteiler



- ✓ 8 rechte Schneidkanten
- ✓ stabiler Fräskörper
- ✓ Bearbeitung von hohen 90°-Schultern (Nachsetzen)
- ✓ geringe Leistungsaufnahme
- ✓ zusätzliche Schicht - Wendeschneidplatten



E-Katalog



Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

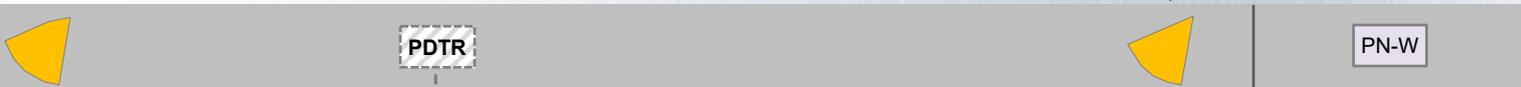
- Schafffräser: Ø 32 – 40 mm [T890 ELN_](#)
- Aufsteckfräser: Ø 40 – 160 mm [T890 FLN_](#)
- Schnittstellen: Schaft / Dorn
- Teilung: weite, normale und enge Teilung / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 13
- WSP Eckenradien [mm]: 0.8
- WSP Ausführungen: geschliffen = [T890 LNH_\(A\)_T 1306_](#)



**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

stabil —————> hoch positiv

Schicht-WSP



Schneidstoffübersicht Wendepplatten-Fräsen

ISO	P01	P05	P10	P15	P20	P25	P30	P35	P40	P45	P50	Bereich	Beschichtungs- type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung	
<div style="background-color: #00AEEF; color: white; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;"> P Stahl </div>												Basis				
				IC 808 (IC908)								P15-P30	PVD	Kantenstabil, verschleißfest	Schlichtbearbeitung, Schruppen unter stabilen Bedingungen, mittlere bis hohe Schnittgeschwindigkeiten	
				IC5500									P15-P35	CVD	Temperatur stabil, verschleißfest	Schruppen, ferritische und martensit. hochleg. Stähle (Gruppe 12 / 13), hohe Schnittgeschw., Trockenbearbeit.
				IC830 (IC928)									P20-P40	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Universelle Hartmetallsorte, Basisschneidstoff für Erstversuche, Schruppbearbeitung, nass oder trocken
					IC845								P30-P50	PVD	Zäh, bruchsicher, gegen Kammrisbildung	Schruppbearbeitung bei hohen Vorschüben, unterbrochene Schnitte
			IC5400										P05-P20	CVD	Temperatur stabil, verschleißfest	Schruppbearbeitung bei mittlerer bis hoher Schnittgeschwindigkeit, Trockenbearbeitung
				IC30N									P10-P30	PVD, Cermet	Extrem verschleißfest, gegen plast. Verformung	Für die Schlichtbearbeitung bei hohen Schnittgeschwindigkeiten und mittlerem Vorschub
				IC810 (IC910)									P15-P30	PVD	Verschleißfest, bruchstabil	Schruppbearbeitung bei hochfesten Stählen und Werkzeugstähle (Gruppe 10 und 11), bei mittl. Vorschub
						IC330 (IC328)							P25-P50	PVD, TiCN	Zäh, bruchsicher bei hoher mech. Belastung	Schruppbearbeitung bei niedrigen Schnittgeschwindigk., unterbr. Schnitt, ausschließlich Nassbearbeitung

ISO	M01	M05	M10	M15	M20	M25	M30	M35	M40	M45	M50	Bereich	Beschichtungs- type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung	
<div style="background-color: #FFFF00; color: black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;"> M Rostfreier Edelstahl </div>												Basis				
					IC840								M20-M40	PVD	Zäh, temperaturbest., gegen Kammrisbildung	Schruppen und Schlichten bei niedrigen bis mittleren Schnittgeschw., nass oder trocken
					IC830 (IC928)								M25-M35	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Universelle Hartmetallsorte für austenitische Stähle, niedrige bis mittlere Schnittgeschw., nass oder trocken
				IC808 (IC908)									M20-M30	PVD	Kantenstabil, verschleißfest	Schlichten bei mittleren bis hohen Schnittgeschw. unter stabilen Bedingungen, nass oder trocken
						IC330 (IC328)							M30-M40	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Universell für austenitische Stähle, niedrige Schnittgeschw., unterbr. Schnitt, ausschließl. Nassbearbeitung
				IC5820									M20-M35	CVD	Zäh, bruchsicher, hitzebeständig	Schruppen in Austenite und Duplex Materialien bei hohen Schnittgeschw. unter stabilen Bedingungen
						IC882							M25-M45	PVD	Zäh, bruchsicher, hitzebeständig	Schruppen in Austenite und Duplex Materialien bei niedrigen bis mittleren Schnittgeschw., Nassbearb.
													Spezialisten			

Schneidstoffübersicht Wendepplatten-Fräsen

ISO	K01	K05	K10	K15	K20	K25	K30	K35	K40	K45	K50	Bereich	Beschichtungs- type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung	
K Guss- eisen												Basis				
												K10-K25	CVD	Dicke Beschichtung, verschleißfest	Im Grauguss (GG) bei hohen Schnittgeschwindigkeiten	
													K15-K35	PVD	Verschleißfest, temperaturbeständig	Erste Wahl im Kugelgraphitguss und im Grauguss bei niedrigen bis mittleren Schnittgeschwindigkeiten
													Spezialisten			
													K01-K015	Si ₃ N ₄ Keramik	Unbeschichtet, hoch temperaturbeständig	Grauguss bei sehr hohen Schnittgeschwindigkeiten, mittleren Vorschüben und stabilen Bedingungen
													K10-K25	PVD+CVD	Verschleißfest, temperaturbeständig	Alternativsorte für GG und GGG bei mittleren Schnittgeschwindigkeiten, Problemlöser bei Nassbearb.
													K20-K40	PVD	Kantenstabil, verschleißfest	Schlichtbearbeitung im Kugelgraphitguss (GGG) unter stabilen Bedingungen
												K15-K40	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	ab GGG40, bei instabilen Verhältnissen, niedrige bis mittlere Schnittgeschwindigkeiten, hoher Vorschub	
												P10-P30	PVD, Cermet	Extrem verschleißfest, gegen plast. Verformung	ab GGG50, Schlichtbearbeitung bei hohen Schnittgeschwindigkeiten	

ISO	N01	N05	N10	N15	N20	N25	N30	N35	N40	N45	N50	Bereich	Beschichtungs- type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung	
N Nichteisen- metalle												Basis				
													N01-N10	unbesch., Diamant	gelöteter TIP auf Basis HM-WSP	Al-Si Legierungen <12% Si-Anteil, Graphit, allgem. NE-Metalle
													N05-N15	unbesch., Diamant	gelöteter TIP auf Basis HM-WSP	Al-Si Legierungen >12% Si-Anteil, Faserverbundwerkstoffe (CFK u. GFK)
													N15-N35	unbeschichtet	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Schruppen von Aluminiumlegierungen und NE-Metallen, hoher Vorschub, mittl., Schnittgeschw., Nassbearbeitung
													N05-N20	unbeschichtet	Kantenstabil, verschleißfest	Schruppen und Schlichten von Aluminiumlegierungen < 10% Si-Anteil, NE-Metalle, Nassbearbeitung
													N05-N20	unbeschichtet	Kantenstabil, sehr verschleißfest	Alternativsorte zu IC08 mit höherer Verschleißfestigkeit

Schneidstoffübersicht Wendepplatten-Fräsen

ISO	S01	S05	S10	S15	S20	S25	S30	S35	S40	S45	S50	Bereich	Beschichtungs- type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung
S Hochhitze- beständig												Basis			
												S30-S50	PVD	Zäh, äußerst temperaturbest., mit Ruthenium	Schruppen und Schlichten von HTSA Materialien, niedrige bis mittl. Schnittgeschw., ausschließl. Nassbearbeitung
												S15-S30	PVD	Kantenstabil, verschleißfest	Schlichtbearbeitung unter stabilen Bedingungen, mittlere Schnittgeschwindigkeit
												S25-S40	PVD	Zäh, temperaturbest., gegen Kammissbildung	Schruppen von Titanlegierungen, niedrige Schnittgeschwindigkeit, ausschließl. Nassbearbeitung
												Spezialisten			
												S20-S30	PVD	Kantenstabil, verschleißfest, spez. Schneidkante	Schruppen- u. Schlichtbearbeitung von Titan unter labilen Verhältnissen, ausschließl. Nassbearbeitung
												S20-S35	CVD	äußerst temperaturbest., verschleißfest, +Ruthenium	Alternative zu IC882, höhere Schnittgeschwindigkeit, nass und trocken
												S20-S40	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Alternative zu IC840 und IC808 bei niedrigeren Schnittgeschwindigkeiten, höherer Vorschub, Nassbearb.
												S30-S50	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Alternative zu IC840, IC808, IC830, hohe Resistenz gegen Kammissbildung, auf ausreichende KSS Zufuhr achten
	H Gehärteter Stahl												Basis		
											H10-H20	PVD	Kantenstabil, bruchsicher	Gehärtete Stähle bis 55HRC (max. 60HRC), unter stabilen Verhältnissen, ausschließl. Gleichlauf, max. 45% a _g /D	
											H01-H30	ohne, CBN	gelöteter TIP auf Basis HM-WSP, bruchsicher	Schlichtbearbeitung gehärteter Stähle bis 65 HRC, möglichst im Gegenlauf	
											Spezialisten				
											H10-H25	PVD, Cermet		Schlichtbearbeitung unter stabilen Verhältnissen, bei höheren Schnittgeschwindigkeiten	

Schneidstoffabhängige Schnittgeschwindigkeits- und Einsatzempfehlung

aus Praxiserfahrung - Durchschnittsangaben

WSP mit PVD Beschichtungen und Cermet

Werkstückstoff Bereiche	IC330		IC380		IC845		IC840		IC830		IC882		IC810		IC808		IC30N		
	min.	Start max.	min.	Start max.	min.	Start max.	min.	Start max.	min.	Start max.	min.	Start max.	min.	Start max.	min.	Start max.	min.	Start max.	
P unleg. / leg. Stahl	1. Wahl	120 160 230		160 200 250		80 150 220		---		120 200 230		---		160 220 250		180 230 250		90 220 350	
	2. Wahl																		
P ferrit. / martensit. Stahl	1. Wahl	80 120 140		---		100 120 160		---		100 130 160		---		---		140 170 220		100 170 220	
	2. Wahl																		
M rostbest. Stahl Referenzen: 1.4301, v,200, trocken 1.4404, v,90, nass 1.4462, v,80, nass	1. Wahl	60 100 160		120 160 220		---		90 120 160		60 140 200		70 100 140		---		120 160 220		---	
	2. Wahl																		
K Grauguss	1. Wahl	---		---		---		---		120 160 250		---		180 250 300		---		---	
	2. Wahl																		
K Kugelgraphitguss	1. Wahl	---		---		---		---		120 140 200		---		160 200 260		160 180 250		---	
	2. Wahl																		
S Superlegierungen / Titan	1. Wahl	30 40 100		30 50 100		---		25 40 90		30 40 100		20 40 60		---		30 50 100		---	
	2. Wahl																		
N Nichteisenmetalle	1. Wahl	---		---		---		---		---		---		---		---		---	
	2. Wahl																		
H gehärteter Stahl (≤55Hrc)	1. Wahl	---		---		---		---		40 80 120		---		60 100 150		80 120 200		50 100 140	
	2. Wahl																		

Legende: Schnittgeschwindigkeitsangaben in m/min
 rote Linie: Trockenbearbeitung
 blaue Linie: Nassbearbeitung
 fette Schrift: empfohlener Startwert

Schneidstoffabhängige Schnittgeschwindigkeits- und Einsatzempfehlung

aus Praxiserfahrung - Durchschnittsangaben

WSP mit CVD Beschichtungen, Keramik, CBN und unbeschichtete HM

Werkstückstoff Bereiche	IC5400			IC5500			IC5100			DT7150			IC5820			IS8/IS80			IB55/IB85			IC28			IC08				
	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.		
P unleg. / leg. Stahl	1. Wahl													---			---			---			---						
	2. Wahl	160	200	250	90	200	280	180	250	320	100	160	250	---			---			---			---						
P ferrit. / martensit. Stahl	1. Wahl							---			---			---			---			---			---						
	2. Wahl	140	180	240	140	200	270	---			---			---			---			---									
M rostbeständiger Stahl	1. Wahl				---			---			---						---			---			---						
	2. Wahl	100	130	180	---			---			---			100	120	160	---			---			---						
K Grauguss	1. Wahl	---			---									---						Rücksprache PM			---						
	2. Wahl	---			---			200	280	350	150	220	320	---			250	500	800	Rücksprache PM			---						
K Kugelgraphitguss	1. Wahl				---			---						---						---			---						
	2. Wahl	120	160	250	---			---			160	250	350	---			250	450	900	---			---						
S Superlegierungen / Titan	1. Wahl	---			---			---			---						---			---									
	2. Wahl	---			---			---			---			25	50	95	---			---			10			20	50		
N Nichteisenmetalle	1. Wahl	---			---			---			---			---			---			---									
	2. Wahl	---			---			---			---			---			---			---			160	450	650	350			750
H gehärteter Stahl (≤55HRC)	1. Wahl	---			---			---			---			---			---			---			Rücksprache PM			---			
	2. Wahl	---			---			---			---			---			---			---			Rücksprache PM			---			

Legende: Schnittgeschwindigkeitsangaben in m/min
 rote Linie: Trockenbearbeitung
 blaue Linie: Nassbearbeitung
 fette Schrift: empfohlener Startwert

Vorschub pro Zahn in Abhängigkeit der Belastung

1 Basis Berechnung Zahnvorschub

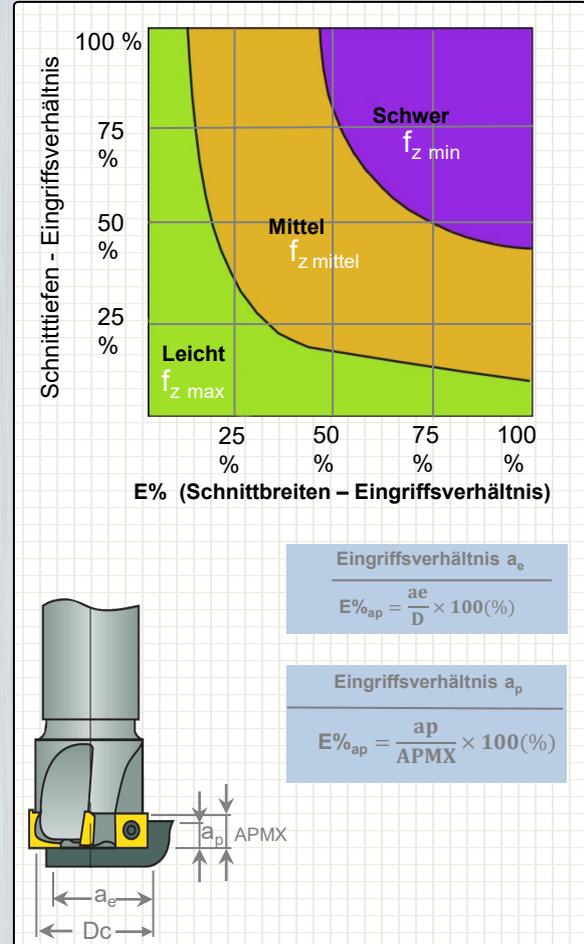
Material		Härte HB	Material Nr.	HM390-05
				TPKT...PDR
unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.10-0.12-0.15 min - mittel - max
	>= 0.25 %C	190	2	
	< 0.55 %C	250	3	
	>= 0.55 %C	220	4	
	300	5		
Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.08-0.11-0.14
		275	7	
		300	8	
		350	9	

Bestimmen Sie zuerst Ihre Belastung

Beispiel:
leichte Bearbeitung bedeutet maximaler Zahnvorschub

Werte aus den nachstehenden Tabellen entnehmen

= $f_{z \text{ min}}$
 = $f_{z \text{ mittel}}$
 = $f_{z \text{ max}}$



2 f_z -Korrektur Wert bei lang auskragenden Werkzeugen

Vorschubkorrekturfaktoren für verschiedene Auskraglängen					
Auskraglänge	bis 1 x D	bis 2 x D	bis 3 x D	bis 4 x D	bis 5 x D
Faktor	1,00	0,95	0,85	0,75	0,65

$f_z =$ Basis Zahnvorschub * Korrekturwert Auskraglänge

1

2

Korrekturwert gilt nicht für Hochvorschubfräser



Zahnvorschubtablelle HELI3MILL HM390... 5 mm bis 19 mm

ISO	Material		Härte HB	Material Nr.	HM390-05	HM390-07		HM390-10				HM390-15					HM390-19			
					TPKT...PDR	TCCT... PCR	TCKT... PCTR	TPCR... PDRF-P	TPKR... PDRHM	TPCT... PDR	TPKT... PDR	TDKT... PDR	TDCT... PDR	TDKT... PDR-FW	TDKR...PDR-HM	TDKT... PDR-MP	TDCR... PDRR-P	TDKT... PDTR		
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.10-0.12-0.15	0.10-0.11-0.12	0.10-0.12-0.15	-	0.10-0.12-0.15	0.10-0.11-0.12	0.10-0.12-0.15	0.10-0.13-0.15	0.08-0.11-0.15	0.10-0.13-0.18	0.10-0.13-0.18	0.10-0.13-0.18	-	0.12-0.16-0.2		
		>= 0.25 %C	190	2																
		< 0.55 %C	250	3																
		>= 0.55 %C	220	4																
			300	5																
			200	6																
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		275	7	0.08-0.11-0.14	0.07-0.09-0.11	0.08-0.11-0.14	-	0.08-0.11-0.14	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.14	0.08-0.12-0.14	0.08-0.10-0.15	0.10-0.12-0.18	0.10-0.12-0.18	0.10-0.12-0.18	-	0.1-0.15-0.18		
			300	8																
Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		200	10	0.08-0.10-0.12	0.07-0.09-0.10	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.09-0.12	0.07-0.08-0.10	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.13	0.10-0.10-0.15	0.10-0.10-0.15	0.10-0.10-0.15	-	0.1-0.11-0.13			
		325	11																	
rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		200	12	0.08-0.10-0.13	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.13	-	0.08-0.10-0.13	0.07-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.12	0.10-0.10-0.15	0.10-0.10-0.15	0.10-0.10-0.15	-	0.1-0.12-0.15			
		240	13																	
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	0.08-0.10-0.13	0.06-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	-	0.08-0.10-0.13	0.06-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.15	0.10-0.12-0.15	0.10-0.12-0.15	0.10-0.12-0.15	-	-		
K	Grauguss		180	15	0.10-0.12-0.15	-	-	-	-	0.08-0.10-0.12	0.10-0.12-0.15	0.10-0.13-0.15	0.10-0.13-0.15	0.10-0.15-0.22		0.10-0.15-0.22	-	0.12-0.2-0.3		
			260	16																
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17	0.08-0.11-0.14	-	-	-	-	0.07-0.09-0.11	0.08-0.11-0.14	0.08-0.12-0.14	0.08-0.12-0.15	0.10-0.15-0.20		0.10-0.15-0.20	-	0.12-0.2-0.25		
			250	18																
Temperguss		130	19																	
		230	20																	
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	-	-	-	0.1-0.18-0.25	0.1-0.12-0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			100	22																
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	75	23	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		>12% Si	90	24	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		>1% Pb	130	25	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kupferlegierungen		110	26	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			90	27	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			100	28	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nicht-Eisen-Metalle		29	29	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			30	30	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.12	0.06-0.07-0.08	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.06-0.07-0.08			
			280	32																
		250	33																	
		350	34																	
		320	35																	
	Titan und Titanlegierungen	Rm=400	36	0.08-0.09-0.10	0.06-0.07-0.08	0.08-0.09-0.10	-	0.08-0.09-0.10	0.06-0.07-0.08	0.08-0.09-0.10	0.08-0.09-0.12	0.08-0.09-0.10	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.09-0.10			
Rm=1050		37																		
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	0.04-0.05-0.06	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	-	-	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.04-0.05-0.06	-	-	-	-	-			
			60 HRC	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Schalenhartguss	400	40	0.04-0.05-0.06	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	-	-	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.04-0.05-0.06	-	-	-	-	-				
Gusseisen	55 HRC	41	0.04-0.05-0.06	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	-	-	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.04-0.05-0.06	-	-	-	-	-					

Zahnvorschubtablelle HELIDO H690... 4 mm bis 16 mm



ISO	Material		Härte HB	Material Nr.	H690-04			H690-07			H690-10		H690-16
					WNMU...PNR-MM	WNMU... PNTR	WNHU... PNTR	WNMU... PNTR	WNMU...PNR-MM	TNCX... PDR	TNKX...PNTR	TNKX... PNTR	
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl		< 0.25 %C	125	1	0.10-0.11-0.15	0.10-0.11-0.15	0.1-0.15-0.2	0.15-0.2-0.35	0.15-0.20-0.35	0.10-0.11-0.13	0.10-0.12-0.15	0.15-0.22-0.30
			>= 0.25 %C	190	2								
			< 0.55 %C	250	3								
			>= 0.55 %C	220	4								
				300	5								
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%			200	6	0.08-0.12-0.14	0.08-0.11-0.14	0.08-0.14-0.18	0.15-0.20-0.33	0.15-0.20-0.33	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.14	0.15-0.20-0.28
				275	7								
				300	8								
				350	9								
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl			200	10	0.08-0.09-0.12	0.08-0.09-0.12	0.08-0.12-0.16	0.15-0.18-0.28	0.15-0.18-0.28	0.07-0.08-0.10	0.08-0.10-0.12	0.15-0.18-0.24
			325	11									
rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge			200	12	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.12-0.17	0.15-0.18-0.31	0.15-0.18-0.31	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.13	0.15-0.18-0.26	
			240	13									
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	0.08-0.10-0.13	-	0.08-0.12-0.17	-	0.09-0.15-0.25	0.06-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	0.09-0.16-0.21	
K	Grauguss		180	15	-	0.10-0.12-0.15	-	0.15-0.22-0.35	0.15-0.25-0.35	0.08-0.10-0.13	0.10-0.12-0.15	-	
			260	16									
	Kugelgraphitguss (GGG)	160	17										
		250	18										
	Temperguss	130	19										
230		20											
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	-	-	-	-	-	-	-	-	
			100	22	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	75	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			90	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			130	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kupfer- legierungen	>12% Si >1% Pb	110	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			90	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			100	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nicht-Eisen-Metalle			29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08
			280	32									
			250	33									
			350	34									
			320	35									
	Titan und Titanlegierungen		Rm= 400	36	0.08-0.09-0.10	-	0.08-0.09-0.10	-	0.08-0.09-0.10	0.06-0.07-0.08	0.08-0.10	0.08-0.10	
			Rm= 1050	37									
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	0.04-0.05-0.06	-	0.04-0.05-0.06	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.06-0.07-0.08	
			60 HRC	39	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Schalenhartguss		400	40	0.04-0.05-0.06	-	0.04-0.05-0.06	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.06-0.07-0.08	
Gusseisen		55 HRC	41	0.04-0.05-0.06	-	0.04-0.05-0.06	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.06-0.07-0.08		



Zahnvorschubtablelle HELIDO S890... 13 mm

ISO	Material		Härte HB	Material Nr.	S890-13					
					SNMU PNTR	SNMU MM	SNMU PNTN			
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.10-0.15-0.25	0.10-0.15-0.30	0.10-0.15-0.25			
		>= 0.25 %C	190	2						
		< 0.55 %C	250	3						
		>= 0.55 %C	220	4						
			300	5						
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20			
			275	7						
			300	8						
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		200	10	0.08-0.10-0.18	0.08-0.10-0.18	0.08-0.10-0.18			
			325	11						
	rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		200	12	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20			
			240	13						
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20			
K	Grauguss		180	15	0.10-0.12-0.30	0.10-0.12-0.35	0.10-0.12-0.30			
			260	16						
			160	17						
	Kugelgraphitguss (GGG)		250	18	0.08-0.16-0.25	0.08-0.18-0.25	0.08-0.18-0.25			
			130	19						
			230	20						
Temperguss										
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	-	-	-			
			100	22						
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	75	23						
			90	24						
		>12% Si	130	25						
	Kupfer- legierungen	>1% Pb	110	26						
			90	27						
			100	28						
	Nicht-Eisen-Metalle			29						
				30						
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	-	-	-			
			280	32						
		Ni or Co Basis	250	33						
			350	34						
			320	35						
	Titan und Titanlegierungen		Rm= 400	36						
			Rm= 1050	37						
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	-	-	-			
			60 HRC	39	-	-	-			
	Schalenhartguss		400	40	-	-	-			
Gusseisen		55 HRC	41	-	-	-				

Zahnvorschubtablelle HELITANG T490... 08 mm bis 22 mm



ISO	Material		Härte HB	Material Nr.	T490 - 08	T490 - 11	T490 - 13				T490 - 16	T490 - 22		
					LNHT... PNR	LNMT... PNTR	LNMT... PNTR-CS	LNHT...PN-R-PL	LNHT...PNTR	LNMT... -PNTR	LNMT... PN-R	LNMT... -PNTR	LNHT... -PNTR	
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.1-0.12-0.15	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.12-0.2	0.1-0.12-0.25	0.15-0.2-0.25	0.20-0.3-0.45	0.20-0.3-0.40	
		>= 0.25 %C	190	2										
		< 0.55 %C	250	3										
		>= 0.55 %C	220	4										
			300	5										
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.08-0.11-0.14	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.13-0.18	0.1-0.13-0.18	0.1-0.16-0.23	0.13-0.18-0.23	0.20-0.30-0.42	0.20-0.30-0.40	
			275	7										
			300	8										
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		200	10	0.08-0.10-0.12	0.1-0.12-0.14	0.1-0.12-0.14	0.1-0.12-0.14	0.1-0.12-0.14	0.1-0.14-0.19	0.13-0.16-0.19	0.18-0.25-0.35	0.18-0.22-0.35	
			325	11										
rostbeständige Stähle mit ferritischem oder martensitischem Gefüge		200	12	0.08-0.10-0.13	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.15-0.21	0.13-0.17-0.21	0.18-0.25-0.35	0.18-0.22-0.35		
		240	13											
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	0.08-0.10-0.13	0.1-0.13-0.16	0.1-0.13-0.16	0.1-0.13-0.16	0.1-0.13-0.16	0.1-0.14-0.18	0.13-0.16-0.19	-	0.15-0.2-0.25	
K	Grauguss		180	15	0.1-0.12-0.15	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.12-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.18-0.25	0.15-0.2-0.25	0.25-0.3-0.45	0.20-0.28-0.40	
			260	16										
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17										
			250	18										
	Temperguss		130	19										
		230	20											
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			100	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aluminiumguss legiert	<= 12% Si		75	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				90	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		> 12% Si	130	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kupfer- legierungen	> 1% Pb		110	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				90	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				100	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nicht-Eisen-Metalle			29	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis		200	31	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.08-0.09	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.08-0.09	-
				280	32									
		Ni or Co Basis		250	33									
				350	34									
				320	35									
	Titan und Titanlegierungen		Rm= 400	36	0.08-0.09-0.1									
	Rm= 1050	37												
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	-	0.05-0.06-0.08	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	-	
			60 HRC	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Schalenhartguss		400	40	-	0.05-0.06-0.08	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	-	
Gusseisen		55 HRC	41	-	0.05-0.06-0.08	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	-		

Zahnvorschubtablette LOGIQ8Tang T890... 13mm



LOGIQ8TANG
T890 MILLING LINE

ISO	Material		Härte HB	Material Nr.	T890-13		
					LNHT... PNTR	LNMT... PNTR	LNAT... PN-W
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.12-0.16-0.2	0.12-0.16-0.2	0.12-0.16-0.2
		>= 0.25 %C	190	2			
		< 0.55 %C	250	3			
		>= 0.55 %C	220	4			
			300	5			
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18
			275	7			
			300	8			
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		350	9	0.1-0.13-0.15	0.1-0.12-0.15	0.1-0.12-0.15
			200	10			
rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		325	11	0.1-0.12-13	0.1-0.11-0.13	0.1-0.11-0.13	
		200	12				
		240	13	0.1-0.12-0.15	0.1-0.12-0.15	0.1-0.12-0.15	
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss	180	14				-
K	Grauguss		180	15	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2
			260	16			
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17			
			250	18			
	Temperguss		130	19			
		230	20				
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	-	-	-
			100	22	-	-	-
	Aluminiumguss legiert	<= 12% Si	75	23	-	-	-
			90	24	-	-	-
		> 12% Si	130	25	-	-	-
	Kupfer- legierungen	> 1% Pb	110	26	-	-	-
			90	27	-	-	-
			100	28	-	-	-
	Nicht-Eisen-Metalle			29	-	-	-
				30	-	-	-
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	-	-	-
			280	32	-	-	-
		Ni or Co Basis	250	33	-	-	-
			350	34	-	-	-
			320	35	-	-	-
	Titan und Titanlegierungen		Rm= 400	36	-	-	-
			Rm= 1050	37	-	-	-
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	-	-	-
			60 HRC	39	-	-	-
	Schalenhartguss		400	40	-	-	-
	Gusseisen		55 HRC	41	-	-	-

Allgemeine Formeln

Schnittgeschwindigkeit

$$v_c = \frac{Dc \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ [m/min]}$$

Vorschub pro Zahn

$$f_z = \frac{v_f}{n \cdot z} \text{ [mm]}$$

Eingriffsverhältnis

$$E = \frac{a_e}{Dc} \cdot 100\%$$

Drehzahl

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{Dc \cdot \pi} \text{ [mm}^{-1}\text{]}$$

Vorschubgeschwindigkeit

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n \text{ [mm/min]}$$

mittlere Spandicke

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{a_e / Dc}$$

Zeitspanvolumen

$$Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f}{1000} \text{ [cm}^3\text{/min]}$$

WSP Bedarf für Auftragsmenge X

$$= \frac{\text{Werkstücke} \cdot \text{Zähnezahl} \cdot \text{Produktionstage/Mon}}{\text{Standmenge} \cdot \text{Anzahl der Schneidkanten/WSP}}$$

Eingriffszeit

$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_f} \text{ [min]}$$

Schneidstoffkosten pro Werkstück

$$= \frac{\text{Kosten/WSP} \cdot \text{Anzahl der Plattensitze}}{\text{Anzahl der Schneidkanten/WSP} \cdot \text{Standmenge}}$$

Standmenge pro Schneide

$$= \frac{\text{Standzeit (in min.)} \cdot 60}{\text{Eingriffszeit/Werkstück (in sec.)}}$$

Legende:

Dc = Werkzeugdurchmesser
z = Anzahl effekt. Schneiden

v_c = Schnittgeschwindigkeit
n = Werkzeug-Drehzahl
f_z = Vorschub pro Zahn
v_f = Vorschubgeschwindigkeit

a_e = Schnittbreite (radial)
a_p = Schnitttiefe (axial)

E = Eingriffsverhältnis (%)
h_m = mittlere Spandicke

l = Bearbeitungslänge
i = Anzahl der Schnitte
Q = Zeitspanvolumen
t_h = Hauptnutzungszeit

π = Pi (3,1415...)

Faustformel theoretischer Leistungsbedarf

Leistungs- und Drehmomentberechnung zur Überprüfung der Bearbeitungsparameter

Stahl bis ca. 1000 N/mm^2
(GGG50/60)

Gusswerkstoffe

Aluminiumlegierungen

Berechnung des
Drehmoments

Leistung

$$P_{\text{nutz}} = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{24.000} \quad [\text{kW}]$$

Leistung

$$P_{\text{nutz}} = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{30.000} \quad [\text{kW}]$$

Leistung

$$P_{\text{nutz}} = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{60.000} \quad [\text{kW}]$$

Drehmoment

$$M = 9550 \cdot \frac{P_{\text{nutz}}}{n} \quad [\text{Nm}]$$

TIPP:

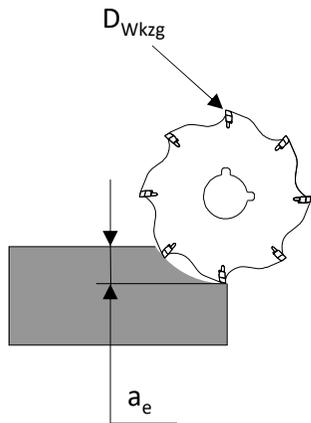
Die Berechnung der Leistung und des Drehmoments sollte unbedingt stattfinden bevor zerspannt wird. Durch die Berechnung der beiden Parameter kann schon im Vorfeld eine Werkzeug- oder Maschinenbeschädigung verhindert werden. Bitte vergleichen Sie das Leistungs- und Drehmomentdiagramm der Werkzeugmaschine mit den errechneten Parametern.

Achtung:

Nur wenn beide errechneten Parameter innerhalb der zur Verfügung stehenden Leistungs- und Drehmomentkurve der Werkzeugmaschine stehen, ist eine spanende Bearbeitung mit dem berechneten Zeitspannvolumen möglich.

Berechnung des Vorschubes pro Zahn in Abhängigkeit von der radialen Schnitttiefe a_e

linear Fräsen

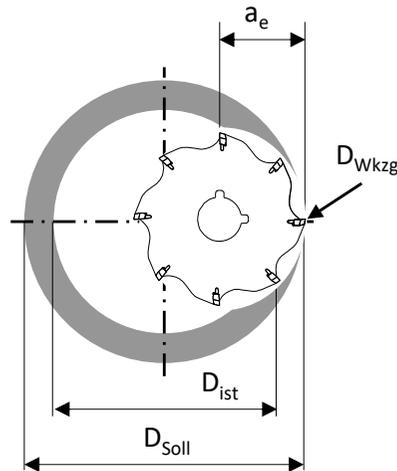


radiale Schnitttiefe = a_e

Eingriffsverhältnis

$$E = \frac{a_e}{D_c} \cdot 100\%$$

innen zirkular Fräsen

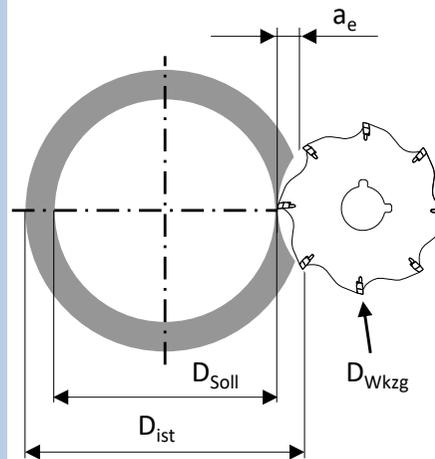


$$a_e = \frac{D_{soll}^2 - D_{ist}^2}{4 \cdot (D_{soll} - D_c)}$$

mittlere Spandicke

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{a_e / D_c}$$

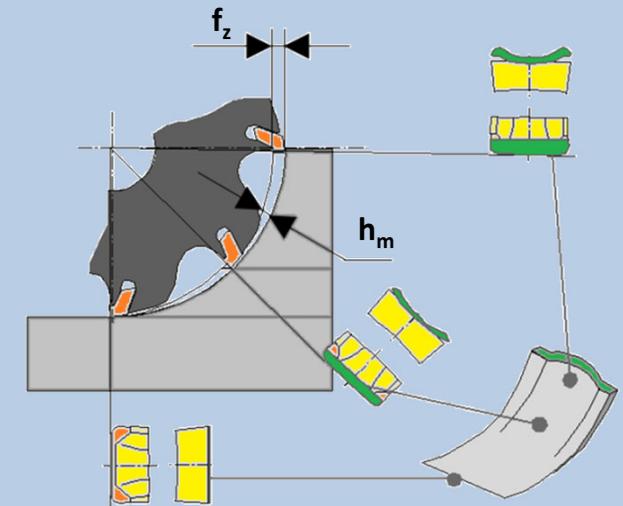
außen zirkular Fräsen



$$a_e = \frac{D_{ist}^2 - D_{soll}^2}{4 \cdot (D_{soll} + D_c)}$$

Vorschub pro Zahn

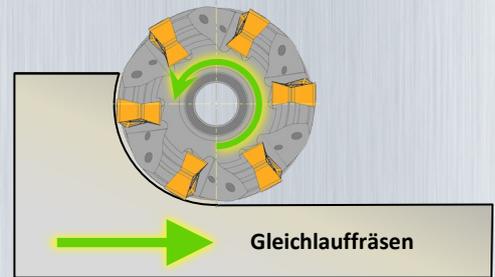
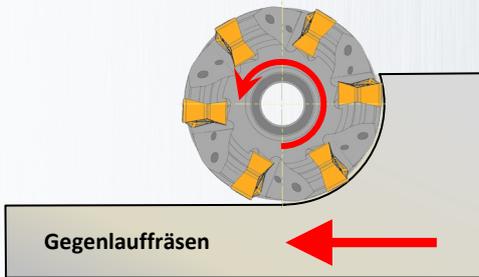
$$f_z = h_m \cdot \sqrt{D_c / a_e}$$



Info bzgl. Schlitzfräsen:

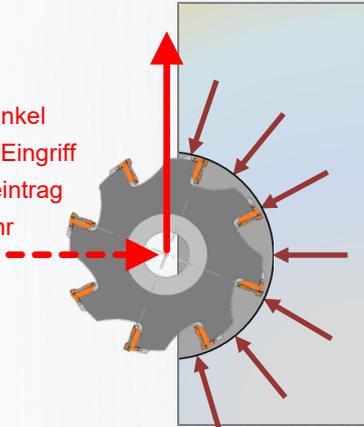
Nur bei einem korrekt berechneten und eingestellten Zahnvorschub findet die durch Schneidengeometrie vorgesehene Spanbildung (Einschnürung) statt. Zu geringe f_z -Werte begünstigen den vorzeitigen Verschleiß und können zum Klemmen der Späne führen. Zu hohe f_z -Werte führen zum Bruch der Schneideinsätze durch Überlastung.

Frässtrategien zur Standzeit- und Prozessoptimierung



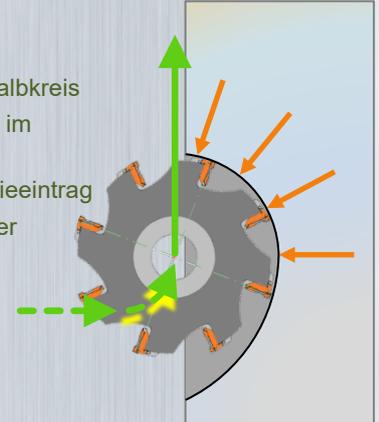
Ungünstige Einfahrstrategie

- langer Schnittbogenwinkel
- viele Zähne im Eingriff
- hoher Energieeintrag
- Vibrationsgefahr



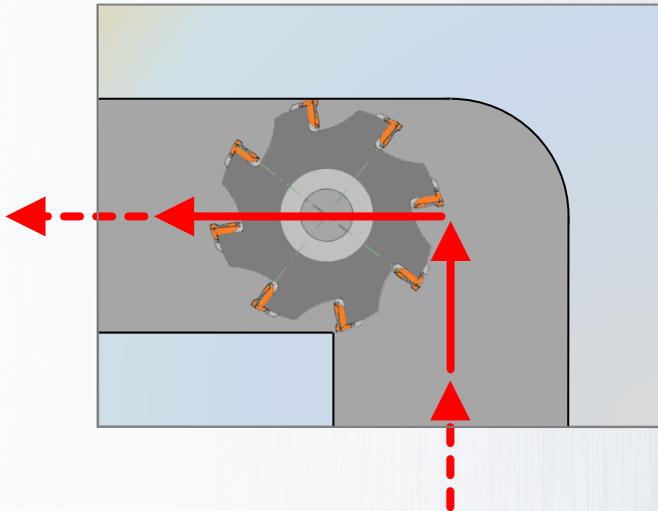
Günstige Einfahrstrategie

- einfahren im Halbkreis
- weniger Zähne im Eingriff
- geringer Energieeintrag
- stabiler, sicherer Prozess

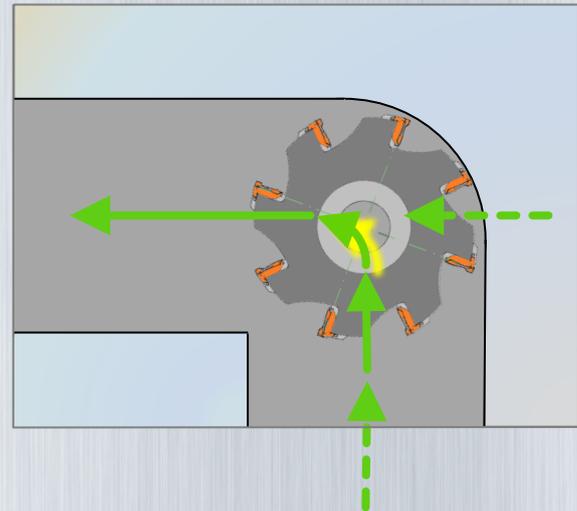


Frässtrategien zur Standzeit- und Prozessoptimierung

Keine Verrundung in der Ecke, ungünstig



Verrundung in der Ecke von Vorteil



Fräsbearbeitung von Innenecken
immer mit Verrundung
programmieren!

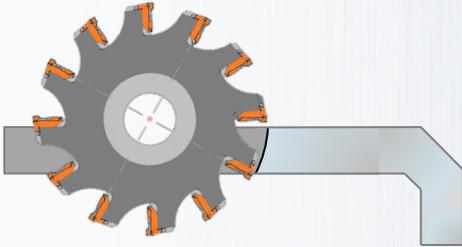
Tipp:

Beim Eintritt ins Material den Vorschub halbieren bis min. konstant 2 Zähne im Eingriff sind.

Beim Austritt den Vorschub ebenfalls halbieren, um ein einhaken und Plattenbrüche zu verhindern.

Frässtrategien zur Standzeit- und Prozessoptimierung

Ungünstige Bedingungen



Ein Zahn im Eingriff, Fräser hakt ein, Tendenz zum Rattern.

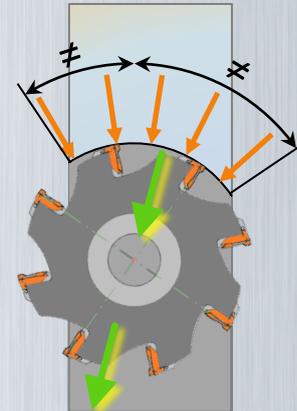
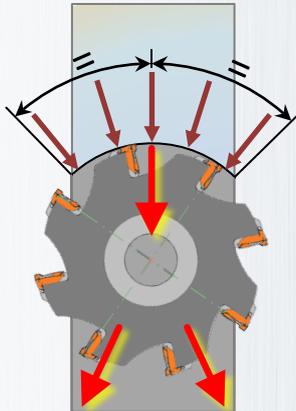
Gute Bedingungen, stabiler Prozess



Zwei Zähne im Eingriff, dauerhaft 1 Zahn, ruhige Bearbeitung.

Ungünstige Werkzeugposition

- keine klar resultierende Radialkraft
- neigt zu Vibrationen!

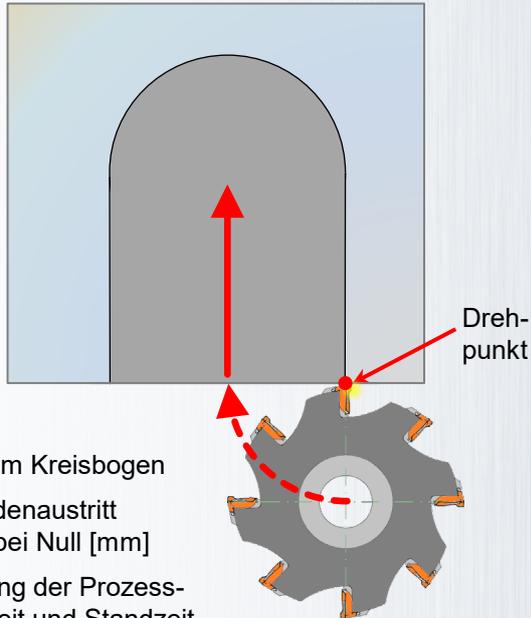


Günstige Werkzeugposition

- klar resultierende Radialkraft reduziert Vibrationen.
- geringe Belastung am Austritt (dünner Span)

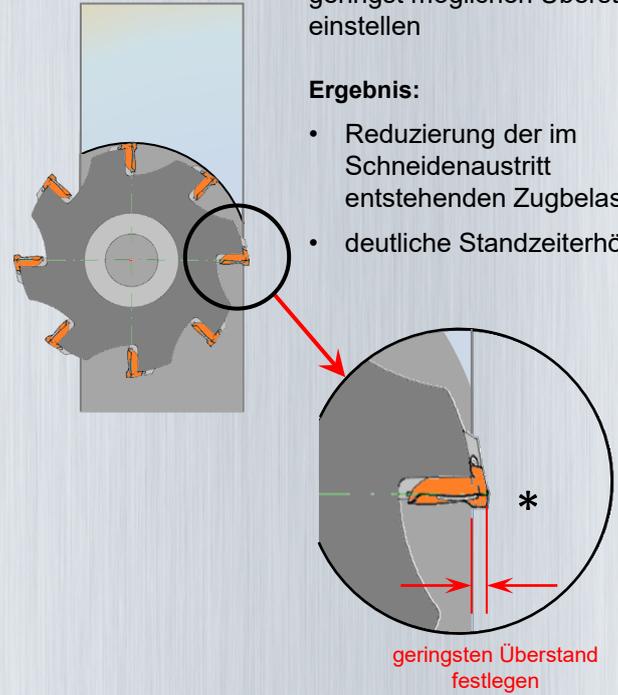
Frässtrategien zur Standzeit- und Prozessoptimierung

Super Legierungen und schwer zerspanbare Werkstückstoffe



Einfahren im Kreisbogen

- Schneidenaustritt immer bei Null [mm]
- Erhöhung der Prozesssicherheit und Standzeit
- Kreisbewegung in G3-Befehl



Maßnahme:

geringst möglichen Überstand einstellen

Ergebnis:

- Reduzierung der im Schneidenaustritt entstehenden Zugbelastung
- deutliche Standzeiterhöhung

* Achtung:

Eckenradius der Schneide beachten

Spanbildung und Geometrieforderung in Bezug auf den Werkstückstoff

NE - Metalle

NE-Metalle	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • sehr oft langspanend • kaum Spankontrolle • wenig Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr pos. Spanwinkel • scharfe Schneidkante • ohne Besch.: mit PKD

Gusswerkstoffe

Guss	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kurzspanend • guter Spanbruch • geringe Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • Spanwinkel 0° - 10° • große Schutzfase • große Schichtdicke

unlegierte bis hochlegierte Stähle

Stahl	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • oft langspanend • Spanbruch ok • mittlere Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • positiver Spanwinkel • kleine Schutzfase • mittlere Schichtdicke

rostbeständige Stähle

rostb. Stahl	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • lamellenförmiger Span • Spankontrolle schlecht • hohe Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • pos. Spanwinkel • kleine Verrundung • geringe Schichtdicke

Superlegierungen & Titan

Superleg.	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • stark gestauchter Span • Oberflächenaufhärtung • sehr hohe Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • pos. Spanwinkel • Feinstkornhartmetall • glatte Beschichtung

gehärtete Stähle

gehärtet	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • kurze Bröckelspäne • hoher Leistungsbedarf • sehr hohe Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • negativer Spanwinkel • sehr großer Keilwinkel • große Schutzfase: CBN

Verschleiß

Verschleiß tritt niemals in nur einer Art auf, sondern es handelt sich immer um unterschiedliche Kombinationen. Aus diesem Grund ist es wichtig, frühzeitig die Werkzeugschneide zu betrachten, um den Hauptverschleiß zu detektieren und diesem entgegen zu wirken.

Verschleißart

Freiflächenverschleiß



Kolkverschleiß



Kerbverschleiß



Ausbröckelungen



Ursachen

- Schnittgeschwindigkeit zu hoch
- Wärmeentwicklung zu hoch
- HM-Sorte zu verschleißarm

- Schnittgeschwindigkeit zu hoch
- Wärmeentwicklung zu hoch
- Vorschub zu gering

- Schnittgeschwindigkeit zu hoch
- HM-Sorte zu verschleißarm

- zu verschleißfeste HM-Sorte
- Schneide zu positiv
- Aufbauschneidenbildung

Abhilfen

- Schnittgeschwindigkeit senken
- verschleißfestere HM-Sorte
- geringerer Anstellwinkel

- Schnittgeschwindigkeit senken
- härtere HM-Sorte
- Vorschub erhöhen

- Schnittgeschwindigkeit senken
- härtere HM-Sorte
- Schnitttiefe variieren

- zähere HM-Sorte
- höhere Schnittgeschwindigkeit
- stabilere Schneidkante wählen

Tipp:

Bei der Anpassung oder Korrektur der Schnittdaten ist es ratsam, dass die Parameter nacheinander (nicht mehrere gleichzeitig) geändert werden. Änderungsdaten von 10% -20% (Werkstückstoffabhängig)

Verschleiß

Verschleiß tritt niemals in nur einer Art auf, sondern es handelt sich immer um unterschiedliche Kombinationen. Aus diesem Grund ist es wichtig, frühzeitig die Werkzeugschneide zu betrachten, um den Hauptverschleiß zu detektieren und diesem entgegen zu wirken.

Verschleißart	Bruch	Kammerisse	Aufbauschneide	plastische Verformung
Ursachen	<ul style="list-style-type: none">• Schneidkante zu positiv• HM-Sorte zu hart• Vibrationen	<ul style="list-style-type: none">• Wärmewechselspannungen• stark unterbrochener Schnitt• Thermoschock durch KSS	<ul style="list-style-type: none">• geringe Schnittgeschwindigkeit• Vorschub zu niedrig• Schneidkante zu negativ	<ul style="list-style-type: none">• Vorschub zu hoch• Schnittgeschwindigkeit zu hoch• HM-Sorte zu zäh
Abhilfen	<ul style="list-style-type: none">• Schnitttiefe verringern• geringerer Vorschub• stabilerer Schneidkeil	<ul style="list-style-type: none">• zähere HM-Sorte wählen• verbesserte KSS Zufuhr• Trockenbearbeitung	<ul style="list-style-type: none">• höhere Schnittgeschwindigkeit• Vorschub erhöhen• glatte, positive Schneidkante	<ul style="list-style-type: none">• Schnittgeschwindigkeit senken• Vorschub senken• härtere HM-Sorte wählen

Tipp:

Bei der Anpassung oder Korrektur der Schnittdaten ist es ratsam, dass die Parameter nacheinander (nicht mehrere gleichzeitig) geändert werden. Änderungsdaten von 10% -20% (Werkstückstoffabhängig)

Probleme erkennen und beheben

TIPPS & TRICKS



Problem

Vibrationen
am Werkzeug

mögliche Ursachen

- Vorschub zu gering
- Werkzeugdurchmesser zu klein
- Werkzeugspannung zu labil
- zu wenig Zähne im Eingriff
- Nebenschneide drückt

mögliche Abhilfe

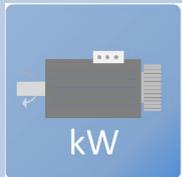
- Vorschub erhöhen
- Auskraglänge Wkz. verringern
- Werkzeugspannung optimieren
- eng geteiltes Wkz. verwenden
- kürzere Nebenschneide wählen
- Anstellwinkel verringern



Vibrationen
am Werkstück

- Werkstückspannung zu labil
- Werkzeug zu labil
- Werkzeugspannung zu labil
- zu wenig Zähne im Eingriff
- Nebenschneide drückt

- allg. Spannsituation verbessern
- Schnittkraft Richtung Anschlag
- axiale Schnittkräfte reduzieren
- radiale Schnittkraft reduzieren
- kürzere Nebenschneide wählen
- positivere Schneide wählen
- weit geteilter Fräser



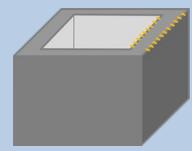
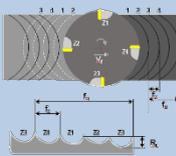
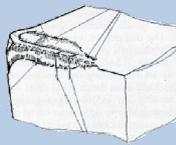
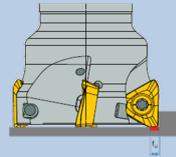
Antriebsleistung

- Maschinenleistung zu gering
- Zerspanungsvolumen zu hoch
- Schneide zu negativ

- Schnitttiefe reduzieren
- Schnittbreite reduzieren
- Vorschub pro Zahn reduzieren
- radiale Schnittkraft reduzieren
- Z_{eff} reduzieren
- positivere Schneide wählen

Probleme erkennen und beheben

TIPPS & TRICKS



Problem	mögliche Ursachen	mögliche Abhilfe
Schlechte Oberfläche	<ul style="list-style-type: none"> Planlauf des Fräsers schlecht Rundlauf des Fräsers schlecht Rundlauf der Spindel schlecht Nebenschneide zu klein 	<ul style="list-style-type: none"> Planlauf einstellen Spindelrundlauf überprüfen Oberfläche der Spindel prüfen Genauigkeit Aufnahme prüfen Breitschlichtschneiden wählen Vorschub pro Umdrehung max. 75% Nebenschneidenlänge
Werkzeugverschleiß	siehe „Verschleißarten und Abhilfen“	siehe „Verschleißarten und Abhilfen“
Nachschneiden des Fräsers	<ul style="list-style-type: none"> radiale Schnittkräfte zu hoch Fräser vibriert Fräserdurchmesser zu groß Spindelsturz 	<ul style="list-style-type: none"> Schnitttiefe reduzieren mit Spindelsturz fräsen Position Wiper-Schneide prüfen
Ausbrüche am Werkstück	<ul style="list-style-type: none"> Verschleiß der Schneidkante Schneide zu negativ Vorschub pro Zahn zu hoch hohe Austrittspandicke schlechter Rundlauf 	<ul style="list-style-type: none"> Fräser mit sehr enger Teilung reduzieren des Anstellwinkels Spanquerschnitt verringern schärfere Schneidkante weicher Austritt

Probleme erkennen und beheben

TIPPS & TRICKS



Spanabtransport
nicht gewährleistet

- Schnitttiefe zu hoch
- Schnittbogenlänge zu groß
- Spankammern zu gering

- Schnitttiefe reduzieren
- Schnittbreite reduzieren
- Vorschub pro Zahn reduzieren
- Z_{eff} reduzieren
- positivere Schneide wählen



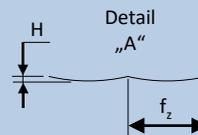
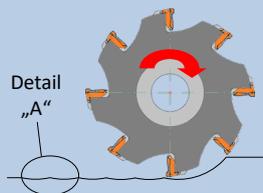
Deformierung des
Aufnahmedorns
Walkspuren am Schaft

- Aufnahme zu klein
- Schnitttiefe zu hoch
- Vorschub pro Zahn zu hoch
- Mitnehmer nicht gehärtet

- größere Aufnahme wählen
- Z_{eff} reduzieren
- Vorschub pro Zahn reduzieren
- Schnitttiefe reduzieren

Abwälz – Oberflächengeometrie beim Schulterfräsen

$$H = \frac{f_z^2}{4 \times D_{\text{Wkzg}}}$$





ISCAR Germany GmbH
Eisenstockstraße 14
76275 Ettlingen

Tel.: +49 (0) 7243 9908-0
Fax: +49 (0) 7243 9908-93
E-Mail: gmbh@iscar.de
Web: www.iscar.de